BIODATA PENULIS



Steve Wilben Macquarie Supit, ST, M.Eng, Ph.D. Lulus S-1 dengan gelar Sarjana Teknik dari Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi, Manado dan S-2 dari *School of Engineering and Technology, Asian Institute of Technology, Pathumthani, Thailand* dengan gelar *Master of Engineering* (M.Eng). Pada tahun 2015 mencapai gelar *Doctor of Philosophy* (Ph.D) setelah menyeleasikan studi di *Curtin University, Perth, Western of Australia*. Saat ini penulis bekerja sebagai dosen tetap non PNS di Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Manado, dan mengampu beberapa mata kuliah seperti Struktur Baja Dasar, Struktur Bangunan Tahan Gempa, Struktur Beton Jembatan 1, Kokoh, Bahan Bangunan, Matematika Terapan 1, dan Metodologi Penelitian. Penulis aktif dalam bidang penelitan khususnya yang berkaitan dengan pengembangan nano-teknologi dalam bidang material konstruksi dan menjadi reviewer jurnal internasional *Construction and Building Materials-ELSEVIER, Cement and Concrete Composites-ELSEVIER, European Journal of Environmental and Civil Engineering-Taylor and Francis, and Journal of the Chinese Advanced Material Society-Taylor and Francis.*



Rudolf Estephanus Golioth Mait, ST.,MT, lulus program Sarjana Teknik S1 di Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi, Manado dan lulus dari program Magister Teknik S2 di Universitas Dipenogoro Semarang pada tahun 2007. Saat ini bekerja sebagai dosen tetap di Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Manado dan mengampu beberapa mata kuliah seperti Struktur Baja Dasar, Struktur Baja Lanjutan dan Ilmu Komputer. Sebagai dosen, aktif melakukan beberapa penelitian yang berkaitan dengan pengembangan konstruksi bangunan dalam upaya pengurangan resiko bencana gempa bumi. Saat ini juga aktif sebagai assessor kompetensi di Lembaga Pengembangan Jasa Konstruksi (LPJK) Propinsi Sulawesi Utara.

POLIMDO PRESS
PENERBIT : POLIMDO PRESS
JALAN RAYA POLITEKNIK, KELURAHAN BUHA,
KECAMATAN MAPANGET MANADO - SULUT.

ISBN 978-623-7580-49-2
9 786237 580492

DASAR-DASAR PERENCANAAN STRUKTUR BAJA

STEVE W. M. SUPIT RUDOLF E. G. MAIT 2020

DASAR-DASAR PERENCANAAN STRUKTUR BAJA

(Dilengkapi dengan Tabel Profil Konstruksi Baja)



POLIMDO PRESS

STEVE W. M. SUPIT
RUDOLF E. G. MAIT

Dasar-Dasar Perencanaan Struktur Baja

Steve W.M. Supit, ST.,M.Eng.,Ph.D
Rudolf E.G. Mait, ST.,MT

Penerbit POLIMDO PRESS

DASAR-DASAR PERENCANAAN STRUKTUR BAJA

Hak Cipta © Steve W.M. Supit, ST.,M.,Eng.,Ph.D
© Rudolf E.G. Mait, ST.,MT

Hak Penerbit Pada POLIMDO PRESS

Penerbit POLIMDO PRESS, Politeknik Negeri Manado
Jl. Raya Politeknik, Kelurahan Buha, Kecamatan Mapanget
Manado - Sulawesi Utara, PO BOX 1256
Pusat Pengembangan Pembelajaran dan Penjaminan Mutu
Basement Kantor Pusat Kampus Politeknik Negeri Manado
pusatpenjaminanmutu.polimdo@gmail.com
www.polimdo.ac.id

Cetakan Buku Pertama, November 2020

ISBN : 978-623-7580-49-2

x ; 174 hal ; 15,5 x 23 cm

Setting & Layout : Joseph N. Tangon
Cover Design : Joseph N. Tangon

Hak cipta dilindungi oleh undang-undang. Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalm bentuk dan cara apapun, termasuk fotokopi, tanpa izin tertulis dari penerbit. Pengutipan harap menyebutkan sumber.

Dicetak Oleh POLIMDO PRESS

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR i

DAFTAR ISI iii

DAFTAR TABEL vii

DAFTAR GAMBAR ix

BAB I PENDAHULUAN 1

A. Latar belakang 1

B. Tujuan 3

C. Tujuan Umum Pembelajaran 4

D. Ruang Lingkup 4

E. Manfaat 5

F. Petunjuk Penggunaan Buku 6

BAB II PERILAKU MEKANIS BAJA 7

2.1 JENIS-JENIS PROFIL BAJA 7

2.1.1 Standar Amerika: 7

2.1.2 Standar Jerman: 9

2.1.3 Profil baja struktual 11

2.2 HUBUNGAN TEGANGAN-REGANGAN BAJA 12

2.3 DAKTILITAS DAN KEGETASAN 16

2.4 FRAKTUR GETAS (*BRITTLE FRACTURE)* 17

2.5 STRAIN HARDENING 17

2.6 KELELAHAN (*FATIQUE*) 18

2.7 KEKUATAN IMPAK 19

2.8 KEKERASAN (*HARDNESS*) 20

2.9 RINGKASAN 20
LATIHAN SOAL 20
TES FORMATIF 21
REFERENSI 21
BAB III BATANG TARIK 23
3.1 METODE PERENCANAAN 24
3.1.1 Metode ASD (Allowable Stress Design) 24
3.1.2 Metode LRFD *(Loas Resistance Factor Design)* 24
3.2 TIPE PENAMPANG BATANG TARIK 26
3.3 TAHANAN NOMINAL BATANG TARIK 27
3.3.1 Kondisi leleh dari luas penampang kotor 28
3.3.2 Kondisi fraktur dari luas penampang efektif pada sambungan 28
3.4 LUAS NETTO EFEKTIF (*Effective Net Area*) 35
3.5 GESER BLOK (BLOCK SHEAR) 37
3.6 BATANG TARIK DARI BAJA BULAT 38
3.7 MERENCANAKAN PENAMPANG BATANG TARIK 39
3.8 RINGKASAN 43
LATIHAN SOAL 44
TES FORMATIF 44
REFERENSI 45
BAB IV BATANG TEKAN 47
4.1 TAHANAN TEKAN NOMINAL 47
4.2 PANJANG TEKUK 48
4.3 TEKUK LOKAL 50
4.4. KOMPONEN STRUKTUR TEKAN TERSUSUN 51

4.5 PELAT KOPEL 54
4.6 PERENCANAAN PROFIL BATANG TEKAN 55
4.7 TEKUK TORSI DAN TEKUK LENTUR TORSI 56
4.8 RINGKASAN 63
LATIHAN SOAL 63
TES FORMATIF 63
REFERENSI 64
BAB V SAMBUNGAN DENGAN BAUT 65
5.1. TIPE-TIPE SAMBUNGAN 66
5.2. SAMBUNGAN DENGAN BAUT 67
5.2.1. Baut *unfinished* 67
5.2.2 Baut mutu tinggi 68
5.2.3. Jenis-jenis sambungan baut 70
5.2.4 Kekuatan dan perilaku sambungan dengan baut mutu tinggi 73
5.3 SAMBUNGAN BALOK BERANGKA 84
5.4 RINGKASAN 86
LATIHAN SOAL 87
TES FORMATIF 88
REFERENSI 89
BAB VI SAMBUNGAN DENGAN LAS 91
6.1 JENIS-JENIS PROSES PENGELASAN 91
6.2. JENIS-JENIS LAS UNTUK APLIKASI STRUKTURAL 95
6.3. KEKUATAN DAN PERILAKU SAMBUNGAN YANG MENGGUNAKAN LAS SUDUT 100
6.4 LUAS EFEKTIF LAS 107

6.5 TAHANAN NOMINAL SAMBUNGAN LAS 109
6.6 SAMBUNGAN SEIMBANG *(Balanced Connection)* 110
6.7 RINGKASAN 113
LATIHAN SOAL 114
TES FORMATIF 114
REFERENSI 115
DAFTAR PUSTAKA 117
GLOSARIUM 119
INDEKS 121
TABEL KONSTRUKSI BAJA 123

BAB I
PENDAHULUAN

A. Latar belakang

Bahan baja sebagaimana kita ketahui dewasa ini, merupakan kreasi manusia modern. Pendahulu baja, yaitu besi cetak (*cast iron*), ditemukan di Cina pada ke IV sebelum Masehi) dan besi tempa (wrought iron), telah banyak digunakan pada banyak gedung dan jembatan sejak pertengahan abad kedelapan belas sampai pertengahan abad kesembilan belas. Meskipun demikian, di Amerika Serikat, baja baru mulai dibuat pada tahun 1856. Pengunaan baja pada mulanya adalah sebagai konstruksi utama jembatan Eads di St. Louis, Missouri, yang dimulai pembangunaannya pada tahun 1868 dan selesai pada tahun 1874. Kemudian pada tahun 1884 diikuti dengan pembangunan gedung bertingkat sepuluh berstruktur baja (nantinya menjadi 12 tingkat), yaitu *Home Insurance Company Building* di Chicago. Pertumbuhan pembangunan baja yang sangat cepat di kota Chicago disebakan oleh posisi kota itu sebagai pusat komersial ekspansi ekonomi. Ekspansi yang cepat ini menyebabkan bertambahnya kebutuhan akan gedung komersial. Hal ini menyebabkan tingginya harga tanah sehingga gedung bertingkat bnyak menjadi efektif.

Seabad setelah ditemukannya, bahan baja telah banyak dikembangkan, baik dalam sifat materialnya maupun dalam metode dan jenis penggunaanya. Beberapa struktur baja yang dapat dicatat disini antara lain adalah jembatan gantung *Humber Estuary* di Inggris, yang bentang utamanya sampai 4626 ft; Menara radio di Polandia dengan tinggi 2120 ft; dan Sears Tower di Chicago setinggi 109 tingkat

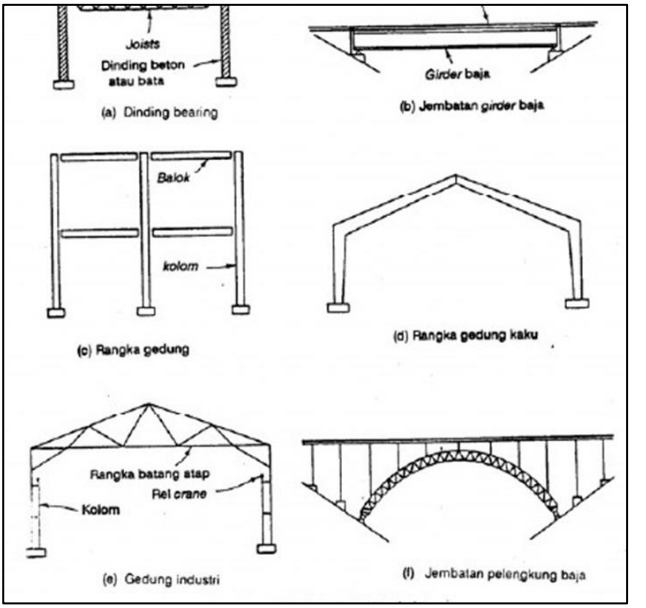
(1454 ft). Struktur-struktur ini mempunyai kekuatan dan kualitas baja masing-masing yang khas.

Hal ini dimaksudkan untuk mengatakan bahwa baja merupakan jawaban untuk semua masalah struktural. Bahan bangunannya lainnya, seperti beton, bata dan kayu, mempunyai peran sendiri-sendiri, dan dalam banyak situasi dapat merupakan alternative yang ekonomis. Akan tetapi, dalam penggunaannya pada bangunan apabila perbandingan (rasio) antara kekuatan berat (atau kekuatan persatuaan berat) harus dipertahankan tinggi, maka bajalah yang dapat memenuhinya.

Baja konstruksi adalah *alloy steels* (baja paduan), yang pada umumnya mengandung lebih dari 98% besi dan biasanya kurang dari 1% karbon. Sekalipun komponen aktual kimiawi sangat bervariasi untuk sifat-sifat yang diinginkan, seperti kekuatannya dan tahanannya terhadap korosi, baja dapat juga mengandung elemen paduan launnya, seperti silicon, magnesium, sulfur, fosfor, tembaga, krom, dan nikel, dalam berbagai jumlah. Baja tidak merupakan sumber yang dapat diperbaharui (*reneawable*), tetapi dapat mempunyai sifat daur ulang (*recycled*), dan komponen utamanya yakni besi sangatlah banyak.

Salah satu keuntungan baja adalah keseragaman bahan dan sifat-sifatnya yang dapat diduga secara cukup cepat. Kestabilan dimensional, kemudahan pembuatan, dan cepatnya pelaksanaan juga merupakan hal-hal yang menguntungkan dari baja struktural ini. Kita dapat juga menuliskan kerugian-kerugiannya seperti mudahnya bahan ini mengalami korosi (kebanyakan baja, tapi tidak semua jenis baja) dan berkurangnya kekuatan pada temperatur tinggi. Baja tidak mudah terbakar tapi harus anti api. Beberapa jenis struktur baja diperlihatkan pada Gambar 1-1.

Berdasarkan beberapa hal di atas, pembelajaran tentang dasar-dasar perencanaan struktur baja sangatlah diperlukan sehingga dapat diketahui dengan jelas konsep perhitungan berdasarkan standard dan peraturan yang berlaku termasuk perkembangan peraturan yang berlangsung terus menerus setiap tahunnya. Pengetahuan yang benar tentang dasar perencanaan struktur baja dapat mengantar pembaca khususnya mahasiswa dan dosen Teknik Sipil pada perencanaan-perencanaan yang lebih kompleks termasuk untuk bangunan struktur baja bertingkat banyak.



Gambar 1-1. Jenis-jenis struktur baja

B. Tujuan

Buku ajar ini disusun untuk memberikan pengetahuan kepada mahasiswa sehingga mahasiswa mampu untuk menyebutkan dan memberikan contoh bentuk-bentuk bangunan dari struktur baja serta bentuk-bentuk profil baja yang ada, menjelaskan perilaku mekanis

baja, hubungan tegangan dan regangan baja melalui kurva Tegangan-Regangan Baja, menganalisis dan mendisain penampang batang tarik dan batang tekan, merencanakan dan menghitung sambungan dengan menggunakan baut dan las.

C. Tujuan Umum Pembelajaran

Setelah menyelesaikan kuliah ini dengan baik diharapkan mahasiswa dapat:

- Menyebutkan dan memberikan contoh bentuk-bentuk bangunan dari struktur baja serta bentuk-bentuk profil baja yang ada
- Menjelaskan perilaku mekanis baja, terutama tentang hubungan tegangan dan regangan baja melalui kurva Tegangan-Regangan Baja
- Menganalisis dan mendisain penampang batang tarik dan batang tekan
- Merencanakan dan menghitung sambungan dengan menggunakan baut dan las
- Mendisain rangka atap sederhana untuk konstruksi struktur baja lanjutan

D. Ruang Lingkup

Pada dasarnya mata kuliah ini bersifat teori dengan isi mata kuliah berkaitan dengan prinsip-prinsip dasar perencanaan struktur bangunan yang menggunakan material baja. Melalui bahan ajar ini, mahasiswa diharapkan mampu memahami prinsip dasar perencanaan

komponen struktur baja dan mampu menganalisis sesuai dengan peraturan perencanaan yang berlaku seperti metode perencanaan dengan menggunakan *Allowable Stress Design (ASD)* dan *Load Resistance Factor Design (LRFD)*. Sistem perkuliahan dilaksanakan dengan mengkombinasikan perkuliahan tatap muka, tugas mandiri dan pembelajaran online.

Adapun dalam rangka memenuhi tujuan pembelajaran maka peraturan yang digunakan dalam perencanaan struktur baja yang akan dibahas dalam bahan ajar ini adalah berdasarkan peraturan-peraturan yang berlaku:

1. PPPBI (Peraturan Perencanaan Struktur Baja Indonesia)
2. TGB1972 Staal: *Technische Grandslagen Voor de Bereekening Van Bouw Constructies.* (Peraturan Konstruksi Baja Negeri Belanda)
3. AISC: *American Institute of Steel Construction*
4. AISI: *American Iron and Steel Construction*
5. AASHTO: *American Association of State Highway and Transportation Officials*
6. ASTM: *American Society for Testing and Materials*
7. JIS: *Japan Industrial Standards*
8. DIN: *Deutch Industrie Narmen*
9. AIJ: *Architectural Institute of Japan*
10. BS449: *British Standard 449*

E. Manfaat

Manfaat umum dari buku ajar ini adalah mahasiswa mampu memahami konsep dari dasar-dasar perencanaan struktur baja

sehingga memperoleh keterampilan dalam mendisain komponen struktur baja dari suatu bangunan termasuk jenis sambungan yang tepat digunakan dalam suatu bangunan yang menggunakan material baja.

F. Petunjuk Penggunaan Buku

Mahasiswa diharapkan untuk memahami terlebih dahulu tujuan pembelajaran dari bahan ajar ini. Materi dari setiap bab perlu dicermati dan dipelajari dengan seksama sebelum menyelesaikan soal latihan. Selama mempelajari isi bahan ajar, mahasiswa dapat menggunakan referensi lain dalam rangka menambah pemahaman mahasiswa termasuk didalamnya menjawab soal latihan yang diberikan dengan benar. Keberhasilan mahasiswa dalam memahami materi yang diberikan akan dievaluasi melalui ujian tes formatif, ujian tengah semester dan ujian akhir semester.

DAFTAR PUSTAKA

1. Agus Setiawan, "Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD (Sesuai SNI 03-1729-2002)", Penerbit Erlangga, Jakarta, 2008.
2. American Institute of Steel Construction INC. "Steel Construction", Thirteenth edition, 2005.
3. Badan Standarisasi Nasional, "Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung, SNI 03-1729-2002", Bandung, 2000.
4. Badan Standardisasi Nasional, "Spesifikasi untuk bangunan gedung baja struktural", SNI 1729:2015, 2015
5. Gunawan dan Margaret, "Diktat Teori Soal dan Penyelesaian Konstruksi Baja I", Jilid 1, Delta Teknik Group Jakarta, 1998.
6. Gunawan, R. "Tabel profil konstruksi baja", Kanisius.
7. Oenteng, "Konstruksi Baja", Penerbit ANDI, 2004.